

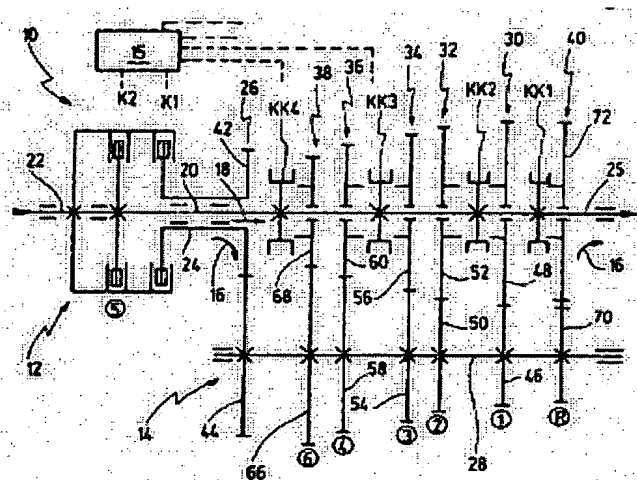
**Automated motor vehicle drive train has parallel force transfer paths; second force transfer path transfers torque to drive shaft during force transfer interruption in first transfer path**

**Patent number:** DE19853824  
**Publication date:** 2000-05-31  
**Inventor:** SEUFERT MARTIN (DE); KNOEDEL GUNTER (DE); RINDERKNECHT STEPHAN (DE)  
**Applicant:** GETRAG GETRIEBE ZAHNRAD (DE)  
**Classification:**  
- **international:** F16H3/00; F16H61/688; F16H3/00; F16H61/68; (IPC1-7): B60K17/08; B60K41/22; F16H59/00  
- **europaean:** B60K41/22E  
**Application number:** DE19981053824 19981121  
**Priority number(s):** DE19981053824 19981121

[Report a data error here](#)

**Abstract of DE19853824**

The motor vehicle drive train has a discrete gearbox (14) with a number of gears and parallel force transfer paths (16,18) with associated main couplings (K1,K2) and a control arrangement (15) that controls the gearbox and couplings for a first type of gear change so that the torque to be transferred to a drive shaft (25) under load from one of the force transfer paths is fully transferred to the other path. For a second type of change the torque is transferred from one gear in the first path to one in the second path; during the interruption of traction force in the first path (16), the second path (18) transfers a torque to the drive shaft. An Independent claim is also included for a method of controlling a motor vehicle drive train.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 53 824 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:  
**B 60 K 17/08**  
B 60 K 41/22  
F 16 H 59/00

②① Aktenzeichen: 198 53 824.3  
②② Anmeldetag: 21. 11. 1998  
④③ Offenlegungstag: 31. 5. 2000

**DE 198 53 824 A 1**

⑦① Anmelder:  
GETRAG Getriebe- und Zahnradfabrik Hermann  
Hagenmeyer GmbH & Cie., 71636 Ludwigsburg, DE

⑦④ Vertreter:  
Witte, Weller, Gahlert, Otten & Steil, 70178 Stuttgart

⑦② Erfinder:  
Seufert, Martin, 71229 Leonberg, DE; Knödel,  
Gunter, 75417 Mühlacker, DE; Rinderknecht,  
Stephan, Dr., 72810 Gomaringen, DE

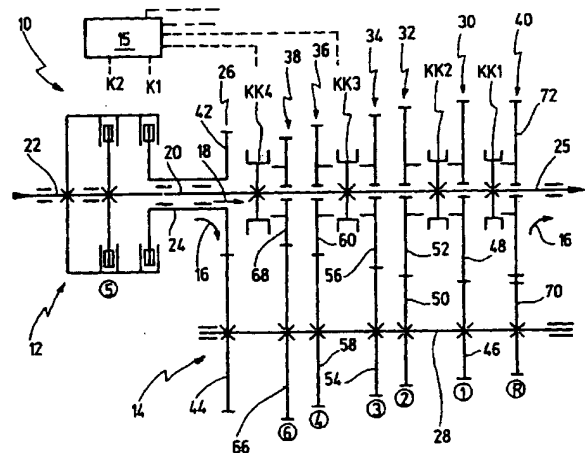
⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 195 48 622 C1  
DE 38 12 327 C2  
DE 197 11 820 A1  
= EP 08 27 861 A2  
DE 44 01 812 A1  
EP 01 73 117 B1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Automatisierbarer Kraftfahrzeug-Antriebsstrang sowie Verfahren zum Steuern eines solchen Antriebsstranges

⑤⑦ Es wird ein automatisierbarer Kraftfahrzeug-Antriebsstrang (10) vorgeschlagen sowie ein Verfahren zu dessen Steuerung. Der Antriebsstrang (10) umfaßt ein Stufengetriebe (14) mit einer Mehrzahl N von Gängen (1-6, R), das einen ersten und einen zweiten parallelen Kraftübertragungszweig (16, 18) aufweist. Ferner umfaßt der Antriebsstrang (10) eine erste und eine zweite Hauptkupplung (K1, K2), die dem ersten bzw. dem zweiten Kraftübertragungszweig (16, 18) zugeordnet sind, und Steuermittel (15). Die Steuermittel (15) steuern die Hauptkupplungen (K1, K2) und das Stufengetriebe (14) bei einer ersten Art von Gangwechsel derart an, daß das auf eine Antriebswelle (25) zu übertragende Drehmoment ( $M_{ab}$ ) unter Last von einem der zwei Kraftübertragungszweige (z. B. 16) vollständig auf den anderen Kraftübertragungszweig (z. B. 18) übergeben wird. Dabei sind dem zweiten Kraftübertragungszweig (18) einer oder mehrere der Gänge 2 - N-1 des N-Gang-Stufengetriebes (14) zugeordnet und die Steuermittel (15) steuern die Hauptkupplungen (K1, K2) und das Stufengetriebe (14) bei einer zweiten Art von Gangwechsel ferner derart an, daß das zu übertragende Drehmoment ( $M_{ab}$ ) von einem Gang des ersten Kraftübertragungszweiges (16) zu einem weiteren Gang des ersten Kraftübertragungszweiges (16) übergeben wird und daß für den Zeitraum ( $t_3-t_2$ ) einer Zugkraftunterbrechung in dem ersten Kraftübertragungszweig (16) der zweite Kraftübertragungszweig (18) ein Drehmoment ( $M_M$ ) auf die Antriebswelle ...



**DE 198 53 824 A 1**

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen automatisierbaren Kraftfahrzeug-Antriebsstrang, mit

- einem Stufengetriebe mit einer Mehrzahl N von Gängen, das einen ersten und einen zweiten parallelen Kraftübertragungsweig aufweist,
- einer ersten und einer zweiten Hauptkupplung, die dem ersten bzw. dem zweiten Kraftübertragungsweig zugeordnet sind, und
- Steuermitteln, die die Hauptkupplungen und das Stufengetriebe bei einer ersten Art von Gangwechsel derart ansteuern, daß das auf eine Abtriebswelle zu übertragende Drehmoment unter Last von einem der zwei Kraftübertragungsweige vollständig auf den anderen Kraftübertragungsweig übergeben wird.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Steuern eines Antriebsstranges eines Kraftfahrzeuges, wobei der Antriebsstrang aufweist:

- ein Stufengetriebe mit einer Mehrzahl N von Vorwärtsgängen, das einen ersten und einen zweiten parallelen Kraftübertragungsweig umfaßt, und
- eine erste und eine zweite Hauptkupplung, die dem ersten bzw. dem zweiten Kraftübertragungsweig zugeordnet sind,

wobei die Hauptkupplungen und das Stufengetriebe bei einer ersten Art von Gangwechsel derart angesteuert werden, daß das auf eine Abtriebswelle zu übertragende Drehmoment unter Last von einem der zwei Kraftübertragungsweige vollständig auf den anderen Kraftübertragungsweig übergeben wird.

Ein solcher Kraftfahrzeug-Antriebsstrang und ein solches Steuerverfahren sind aus der DE-C-38 12 327 bekannt.

Bei Kraftfahrzeuggetrieben unterscheidet man zwischen sogenannten Lastschaltgetrieben einerseits und Getrieben mit Zugkraftunterbrechung andererseits. Lastschaltgetriebe sind üblicherweise als Planetengetriebe mit vorgeschaltetem hydrodynamischem Wandler ausgebildet. Durch Betätigen von Kupplungen und Bremsen für die einzelnen Elemente des Planetengetriebes werden die Gänge in zeitlicher Überschneidung geschaltet, so daß während eines Gangwechsels keine Unterbrechung der Zugkraft vom Motor zu den Rädern des Kraftfahrzeuges auftritt.

Bei den Getrieben mit Zugkraftunterbrechung, beispielsweise herkömmlichen Kraftfahrzeug-Stufengetrieben in Vorgelegebauweise, wird hingegen der Kraftfluß bei jedem Gangwechsel zunächst im alten Gang aufgetrennt und dann im neuen Gang wieder geschlossen, so daß während des Gangwechsels eine Unterbrechung der Zugkraft eintritt. Diese Unterbrechung macht sich im Zugbetrieb als Schaltrück bemerkbar, der insbesondere beim Hochschalten von niedrigen in höhere Gänge störend sein kann, wenn das Fahrzeug infolge der Zugkraft-Unterbrechung "nickt".

Im Rahmen der Automatisierung von solchen Stufengetrieben mit Zugkraftunterbrechung hat man versucht, den Schaltrück dadurch zu vermindern, daß man zwei parallele Trennkupplungen (Hauptkupplungen) vorsieht, die mit einer ersten bzw. einer zweiten Gruppe von Gängen verbindbar sind. Bei solchen, üblicherweise als Doppelkupplungsgetriebe bezeichneten Getrieben können Gangwechsel im Zugbetrieb ohne jede Zugkraftunterbrechung durchgeführt werden, da in zeitlicher Überschneidung ein Gang einer ersten Gruppe mittels beispielsweise einer der beiden Trennkupplungen ausgelegt und gleichzeitig mittels der zweiten

Trennkupplung ein anderer Gang aus der zweiten Gruppe eingelegt wird, wie es beispielsweise aus der eingangs genannten DE-C-38 12 327 bekannt ist.

Doppelkupplungsgetriebe verlangen in der Regel aufgrund der Parallelität ihrer Konstruktion, daß wenigstens die mit einer der beiden Kupplungen verbundene Welle als Hohlwelle ausgebildet ist. Um bei allen Schaltvorgängen eine Zugkraftunterbrechungsfreiheit zu erreichen, sind wenigstens zwei Radsätze an der Hohlwelle zu lagern, beispielsweise die Gänge 2 und 4, wohingegen die Gänge 1, 3, 5 einer sich durch die Hohlwelle erstreckenden Zentralwelle zugeordnet sind. Solche Hohlwellen-Konstruktionen sind vergleichsweise teuer. Zudem bauen solche Doppelkupplungsgetriebe relativ groß.

Aus der DE-A-44 01 812 ist ein weiteres Stufengetriebe bekannt. Dieses weist ebenfalls eingangsseitig zwei baulich vereinigte Reibungskupplungen auf. Die eine der zwei Reibungskupplungen ist mit einer an sich herkömmlichen Getriebeeingangswelle eines ebenfalls im wesentlichen herkömmlichen Stufengetriebes in Vorgelegebauweise verbunden. Die andere Trennkupplung ist über einen kurzen Hohlwellenabschnitt mit einem auf der Getriebeeingangswelle gelagerten Losrad für den höchsten Gang verbunden.

Der höchste, bei dem vorgeschlagenen Getriebe der sechste Getriebeingang, ist somit als zuschaltbare Getriebestufe ausgeführt, um Gangwechsel mit vermindertem Schaltrück durchführen zu können. Es handelt sich bei diesem Getriebe also nicht um ein "echtes" Doppelkupplungsgetriebe im oben beschriebenen Sinne, obgleich auch hier zwei Kupplungen baulich in einer kompakten Bauweise zusammengefaßt sind. Eine der zwei Kupplungen ist ausschließlich mit dem höchsten Gang dieses Stufengetriebes verbunden. Es ist in dieser Druckschrift erläutert, daß dieser höchste Getriebeingang über die zugeordnete Kupplung zuschaltbar sein soll. Mit anderen Worten wird zum Beispiel bei Gangwechseln 1-2, 2-3 etc., die sämtlich auf dem der anderen Kupplung zugeordneten Kraftübertragungsweig stattfinden, im Zeitraum der Zugkraftunterbrechung über die zweite Kupplung der höchste Gang auf die Abtriebswelle des Getriebes geschaltet. Hierbei wird der aufgrund der Zugkraftunterbrechung im ersten Kraftübertragungsweig ansonsten auftretende Schaltrück jedoch nicht vollkommen vermieden, sondern allenfalls gelindert.

Ein weiteres Getriebe mit Zugkraftüberbrückung ist aus der EP-B-0 173 117 bekannt. Bei diesem Getriebe ist keine Trennkupplung zwischen den Kraftfahrzeugmotor und das Stufengetriebe geschaltet. Zur Zugkraftüberbrückung ist dem höchsten Gang eine fluidisch betätigbare Reibungskupplung zugeordnet.

Schließlich ist aus der DE-C-195 48 622 ein zugkraftunterbrechungsfrei schaltbares Vorgelege-Wechselgetriebe für Kraftfahrzeuge bekannt. Bei diesem Getriebe handelt es sich um ein Dreifach-Kupplungsgetriebe. Neben einer Reibungskupplung, die zwischen Motorabtriebswelle und Getriebe angeordnet ist, sind eine Klauenkupplung und eine Synchronkupplung vorgesehen. Die Konstruktion ist außerordentlich aufwendig, insbesondere aufgrund der drei unterschiedlichen Kupplungen. Die Tatsache, daß die Motorabtriebswelle in bestimmten Betriebszuständen über eine Klauenkupplung, die sich unter Last nur schwer öffnen läßt, mit der Getriebeeingangswelle verbunden ist, stellt eine Sicherheitsgefährdung dar. Der erforderliche Bauraum dieses Getriebes ist zudem außerordentlich hoch.

Die vor diesem Hintergrund der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe besteht darin, einen Kraftfahrzeug-Antriebsstrang der eingangs genannten Art bzw. ein zugeordnetes Verfahren dahingehend weiterzubilden, daß bei geringstmöglichem konstruktivem Aufwand möglichst geringe

Komforteinbußen aufgrund von Schaltrucken auftreten.

Diese Aufgabe wird bei dem eingangs genannten Kraftfahrzeug-Antriebsstrang erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß dem zweiten Kraftübertragungszweig einer oder mehrere der Gänge 2 bis N-1 des N-Gang-Stufengetriebes zugeordnet sind, wobei die Steuermittel die Hauptkupplungen und das Stufengetriebe bei einer zweiten Art von Gangwechsel ferner derart ansteuern, daß das zu übertragende Drehmoment von einem Gang des ersten Kraftübertragungszweiges zu einem weiteren Gang des ersten Kraftübertragungszweiges übergeben wird und daß für den Zeitraum einer Zugkraftunterbrechung in dem ersten Kraftübertragungszweig der zweite Kraftübertragungszweig ein Drehmoment auf die Abtriebswelle überträgt.

Bei dem eingangs genannten Steuerverfahren wird diese Aufgabe erfindungsgemäß ferner dadurch gelöst, daß die Hauptkupplungen und das Stufengetriebe bei einer zweiten Art von Gangwechsel ferner derart angesteuert werden, daß das zu übertragende Drehmoment von einem Gang des ersten Kraftübertragungszweiges zu einem weiteren Gang des ersten Kraftübertragungszweiges übergeben wird und daß für den Zeitraum einer Zugkraftunterbrechung in dem ersten Kraftübertragungszweig der zweite Kraftübertragungszweig mittels einem der Gänge 2 bis N-1 ein Drehmoment auf die Abtriebswelle überträgt.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird auf diese Weise vollkommen gelöst.

Durch die Maßnahme, daß Stufengetriebe des Kraftfahrzeug-Antriebsstranges so auszulegen, daß nicht alle Gangwechsel nach der Art eines "echten" Doppelkupplungsgetriebes erfolgen, verringert sich der konstruktive Aufwand erheblich. Insbesondere kann eine Hohlwelle ausgesprochen kurz ausgebildet werden. Durch den Gedanken, eine Zugkraftüberbrückung bei der zweiten Art von Gangwechsel nicht mit dem höchsten (N-ten Gang) des Stufengetriebes durchzuführen, sondern mit wenigstens einem der Gänge 2 bis N-1, wird bei Gangwechseln in den darunterliegenden Gängen eine merklich größere Linderung des Schaltruckles erreicht als bei einer Zugkraftüberbrückung mittels des höchsten Ganges. Denn im höchsten Gang wird das geringste Moment übertragen.

Bei einem Schaltwechsel beispielsweise vom ersten in den zweiten Gang fällt das Moment trotz einer Zugkraftüberbrückung mit nur dem höchsten Gang relativ stark ab, wohingegen bei einer Zugkraftüberbrückung mittels einem der Gänge 2 bis N-1 jeweils ein größeres Moment auf die Abtriebswelle des Getriebes und somit auf die Räder des Kraftfahrzeugs geleitet werden kann.

Die Erfinder haben erkannt, daß der durch diese erfindungsgemäßen Maßnahme bedingte Nachteil, daß bei einem Gangwechsel oberhalb des höchsten Ganges des zweiten Kraftübertragungszweiges keinerlei Zugkraftüberbrückung stattfinden kann, in der Praxis keineswegs gravierend ist. Denn bei einem Gangwechsel von beispielsweise dem fünften in den sechsten Gang ist der zu überbrückende Drehmomentsprung ohnehin vergleichsweise gering, so daß der Fahrer keinen den Komfort wesentlich beeinträchtigenden Schaltruck spürt. Subjektiv wird von einem Führer des Kraftfahrzeuges der Nachteil der fehlenden Zugkraftüberbrückung in den höheren Gängen daher kaum verspürt, der Vorteil der besseren Zugkraftüberbrückung in unteren Gängen hingegen als enorm empfunden.

Hinzu kommt, daß dann, wenn dem zweiten Kraftübertragungszweig nicht nur der höchste Gang zugeordnet ist, sondern einer der Gänge 2 bis N-1, wenigstens zwei unterschiedliche Gangwechsel gemäß der ersten Art durchführbar sind. Bei einer Zuordnung beispielsweise des N-1-ten Ganges zu dem zweiten Kraftübertragungszweig können so-

wohl der Gangwechsel von N-2 nach N-1 als auch der Gangwechsel von N-1 nach N gemäß der ersten Gangwechselart durchgeführt werden, bei der das zu übertragende Drehmoment unter Last von einem der zwei Kraftübertragungszweige vollständig auf den anderen Kraftübertragungszweig übergeben wird.

Es versteht sich, daß unter einem Getriebe mit N-Gängen derzeit übliche 5-Gang- und 6-Ganggetriebe verstanden werden können, jedoch natürlich auch 3-Gang- oder 4-Ganggetriebe sowie 7-Gang-, 8-Gang- und Getriebe mit noch mehr Gängen.

Es müssen nur vergleichsweise wenig Kupplungen während einer automatischen Steuerung des Getriebes geschaltet werden. Es wird nur vergleichsweise wenig Bauraum benötigt, sowohl in axialer wie in radialer Richtung.

Durch die parallelen Hauptkupplungen sind mit dem Kraftfahrzeug-Antriebsstrang bei der ersten Art von Gangwechsel auch Schubschaltungen unter Last ausführbar. Ferner ist das Anfahren mit gleichzeitig zwei Kupplungen möglich.

Das Herausnehmen bzw. Auslegen eines Ganges bei Gangwechseln ist unkritisch und nicht zeitrelevant; es ist nicht notwendig, zu diesem Zweck einen separaten Freilauf vorzusehen.

Ferner können die Durchmesser der zwei Hauptkupplungen sehr groß ausgeführt werden.

Vorzugsweise zeichnet sich der Antriebsstrang ferner dadurch aus, daß bei einer dritten Art von Gangwechsel das zu übertragende Drehmoment von einem Gang des ersten Kraftübertragungszweiges zu einem weiteren Gang desselben Kraftübertragungszweiges übergeben wird und daß für den Zeitraum einer Zugkraftunterbrechung in dem ersten Kraftübertragungszweig der andere Kraftübertragungszweig kein Drehmoment auf die Abtriebswelle überträgt.

Durch diese Maßnahme kann der Antriebsstrang konstruktiv weiter vereinfacht werden. Aufgrund der obigen Ausführungen versteht sich, daß solche Gangwechsel der dritten Art mit Zugkraftunterbrechung vorzugsweise in den oberen Gängen stattfinden, insbesondere bei Gangwechseln in den höchsten (N-ten) Gang. Denn bei solchen Gangwechseln macht sich für den Führer des Kraftfahrzeuges eine Zugkraftunterbrechung nahezu nicht bemerkbar.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist dem zweiten Kraftübertragungszweig ein einziger Gang zugeordnet.

Durch diese Maßnahme kann eine in dem Stufengetriebe vorgesehene Hohlwelle besonders kurz ausgeführt werden.

Dabei ist es besonders bevorzugt, wenn der einzige Gang der N-1. Gang ist.

Bei dieser Ausführungsform sind einerseits wenigstens zwei Schaltvorgänge der ersten Art möglich, nämlich von N-2 nach N-1 und von N-1 nach N. Ferner gibt es beim Hochschalten keinen Gangwechsel im Bereich der Vorwärtsgänge, der ohne Zugkraftüberbrückung stattfinden muß.

Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform ist der einzige Gang der N-2. Gang.

Bei dieser Ausführungsform ist es zwar nicht möglich, eine Zugkraftüberbrückung vom N-1. Gang in den N-ten Gang zu erreichen. Dafür ist das bei Zugkraftüberbrückungen im Rahmen von Gangwechseln der zweiten Art mittels des N-2. Ganges gelieferte Drehmoment größer aufgrund der höheren Übersetzung des N-2. Ganges im Vergleich zum N-1. Gang.

Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform sind dem zweiten Kraftübertragungszweig zwei Gänge zugeordnet.

Vorteilhafterweise sind bei dieser Ausführungsform mehr

Gangwechsel der ersten Art durchzuführen. Insbesondere dann, wenn das Stufengetriebe mit drei Wellen versehen ist und die zwei Gänge des zweiten Kraftübertragungszeuges auf zwei Abtriebswellen verteilt sind, ist ebenfalls eine kurze Hohlwellenkonstruktion möglich.

Dabei ist es besonders bevorzugt, wenn einer der zwei Gänge des zweiten Kraftübertragungszeuges der N-1. Gang des N-Gang-Stufengetriebes ist.

Hierdurch ist gewährleistet, daß auch bei dieser alternativen Ausführungsform beim Hochschalten kein Gangwechsel ohne Zugkraftüberbrückung stattfinden muß.

Besonders bevorzugt ist es ferner, wenn die zwei Gänge des zweiten Kraftübertragungszeuges nicht aufeinander folgen.

Hierdurch wird erreicht, daß bei wenigstens vier Gangwechseln das anstehende Drehmoment jeweils vollkommen von dem einen Kraftübertragungszeug auf den anderen Kraftübertragungszeug übergeben wird, also vier Gangwechsel der ersten Art stattfinden können.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind der Gang oder die Gänge des zweiten Kraftübertragungszeuges einem Radsatz zugeordnet, der benachbart ist zu einer der Hauptkupplungen.

Durch diese Ausführungsform wird erreicht, daß eine dem zweiten Kraftübertragungszeug zugeordnete Hohlwelle außerordentlich kurz ausgebildet werden kann bzw. der Antriebsstrang bei baulicher Vereinigung des Radsatzes mit der zugeordneten Hauptkupplung ohne Hohlwelle ausgeführt sein kann.

Ferner ist es gemäß einer weiteren Ausführungsform bevorzugt, wenn das Stufengetriebe zum Ein- und Auslegen von wenigstens einem der Gänge, die ein höheres Übersetzungsverhältnis besitzen als der niedrigste, dem zweiten Kraftübertragungszeug zugeordnete Gang, eine nichtsynchronisierte formschlüssige Schaltkupplung aufweist.

Derartige Schaltkupplungen, die im folgenden kurz Klauenkupplung genannt werden, sind wesentlich kostengünstiger und benötigen weniger Bauraum als Schaltkupplungen mit einer Synchroneinheit. Die Drehzahlangleichung zum Schalten solcher nichtsynchronisierten Klauenkupplungen kann bei dem Antriebsstrang durch geeignete Steuermaßnahmen der Hauptkupplungen erfolgen. Bei manchen Gangwechseln kann dabei zur Drehzahlangleichung auch eine Einflußnahme auf das Abtriebsdrehmoment des Kraftfahrzeugmotors erwünscht oder sogar notwendig sein.

Ferner ist es bevorzugt, wenn die zwei Hauptkupplungen benachbart zueinander angeordnet sind.

Durch die benachbarte Anordnung, insbesondere in Form einer baulichen Vereinigung, können die zwei Hauptkupplungen des Antriebsstranges vergleichsweise kostengünstig realisiert werden. Ferner ist die Ansteuerung der zwei Hauptkupplungen einfacher.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es besonders bevorzugt, wenn bei der zweiten Art von Gangwechsel beim Hochschalten im Zugbetrieb zunächst die erste Hauptkupplung geöffnet wird, während etwa gleichzeitig die zweite Hauptkupplung zur Drehmomentübernahme geschlossen wird, und wenn nach dem Auslegen des bisherigen Ganges des ersten Kraftübertragungszeuges die zweite Hauptkupplung solange und/oder soweit geschlossen bleibt, bis im ersten Kraftübertragungszeug die Synchrondrehzahl des einzulegenden Ganges erreicht ist.

Durch diese bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens kann bei den Gängen, die nach der zweiten Art des Gangwechsels geschaltet werden, auf Synchroneinheiten verzichtet werden.

Dies gilt insbesondere, wenn das Verfahren ferner so ausgestaltet ist, daß bei der zweiten Art von Gangwechsel beim

Herunterschalten zunächst die ersten Hauptkupplung geöffnet wird, während etwa gleichzeitig die zweite Hauptkupplung zur Drehmomentübernahme geschlossen wird, und daß nach dem Auslegen des bisherigen Ganges des ersten Kraftübertragungszeuges zunächst die erste Hauptkupplung wieder geschlossen wird und die zweite Hauptkupplung solange und/oder soweit geschlossen bleibt, bis im ersten Kraftübertragungszeug die Synchrondrehzahl des einzulegenden Ganges erreicht ist.

Insgesamt ist zu dem erfindungsgemäßen Kraftfahrzeug-Antriebsstrang und dem erfindungsgemäßen Verfahren noch folgendes anzumerken. Sofern in vorliegendem Zusammenhang von dem Schließen einer Kupplung, insbesondere einer der zwei Hauptkupplungen gesprochen wird, kann dies, je nach Zusammenhang, eine schleifende oder eine drehfest mitnehmende Betätigung bedeuten. Dabei versteht sich insbesondere, daß bei Gangwechseln der zweiten Art die jeweilige Hauptkupplung typischerweise schleifend betätigt wird.

Ferner können Gangwechsel der dritten Art beim Hochschalten mit Doppelkupplern bzw. beim Rückschalten mit Zwischengas erfolgen. Auch diese Betätigungsarten der Hauptkupplungen sollen von den hier verwendeten Begriffen des Schließens bzw. Öffnens der Hauptkupplungen umfaßt sein. Es versteht sich dabei, daß hierbei die Automatisierungskomponenten nicht nur Einfluß auf den Antriebsstrang sondern auch auf den Kraftfahrzeugmotor nehmen müssen. Daher versteht sich jedoch auch, daß die in dem Getriebe zum Ein- und Auslegen der Gänge verwendeten formschlüssigen Schaltkupplungen von jedem beliebigen Typ sein können, da bei geeigneter Ansteuerung des Antriebsstranges zumindest bei Gangwechseln der zweiten und der dritten Art sämtliche Synchronisationsvorgänge über die Hauptkupplungen und ggf. den Fahrzeugmotor erfolgen können. Gangwechsel der ersten Art betreffen vorzugsweise die oberen Gänge. Bei diesen sind den Losrädern zugeordnete, separate Synchroneinheiten nicht unbedingt notwendig.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der Beschreibung und der beigefügten Zeichnung.

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 bis 7 unterschiedliche Ausführungsformen von erfindungsgemäßen Kraftfahrzeug-Antriebssträngen;

Fig. 1a bis 7a Zustandstabellen der jeweiligen Kupplungen der Antriebsstränge der Fig. 1 bis 7;

Fig. 8 ein Diagramm von Abtriebsdrehmoment des Antriebsstranges über der Zeit bei einem Gangwechsel der ersten Art; und

Fig. 9 ein Diagramm von Abtriebsdrehmoment des Antriebsstranges über der Zeit bei einem Gangwechsel der zweiten Art.

In Fig. 1 ist eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kraftfahrzeug-Antriebsstranges generell bei 10 gezeigt.

Der Antriebsstrang 10 umfaßt eine Trennkupplungsanordnung 12, ein Stufengetriebe 14 und Steuermittel 15.

Die Steuermittel 15 dienen zur Ansteuerung der Trennkupplungsanordnung 12 und des Stufengetriebes 14 und können als eigene Steuereinheit ausgebildet sein oder als Teil einer übergeordneten Steuereinheit des Kraftfahrzeugs.

Das Stufengetriebe 14 umfaßt einen ersten Kraftübertra-

gungszweig 16 und einen zweiten Kraftübertragungszweig 18.

Die Trennkupplungsanordnung 12 umfaßt zwei Haupt- oder Trennkupplungen K1, K2. Die Hauptkupplung K1 verbindet eine Abtriebswelle 22 eines Kraftfahrzeugmotors mit einer Eingangswelle des Stufengetriebes 14, die als Hohlwelle 24 ausgebildet ist. Die Hauptkupplung K2 ist parallel zu der Hauptkupplung K1 angeordnet und verbindet die Abtriebswelle 22 mit einer durch die Hohlwelle 24 verlaufenden zentralen Getriebeeingangswelle 20.

Die Getriebeeingangswelle 20 stellt den Anfang des zweiten Kraftübertragungszweiges 18 dar. Die Hohlwelle 24 stellt den Anfang des ersten Kraftübertragungszweiges 16 dar.

Die zwei parallelen Kraftübertragungszweige 16, 18 verlaufen in dem Stufengetriebe 14 parallel zueinander und sind schließlich mit einer Abtriebswelle 25 des Stufengetriebes 14 gekoppelt. Dabei ist die Getriebeeingangswelle 20 einstückig mit der Ausgangswelle 25 ausgebildet und erstreckt sich durch das gesamte Stufengetriebe 14. Der Kraftfluß verläuft in dem ersten Kraftübertragungszweig 16 von der Hohlwelle 24 auf einen als Konstante ausgebildeten Radsatz 26 über eine Vorgelegewelle 28 des Stufengetriebes 14 auf einen einer Mehrzahl von Radsätzen 30-36, 38, 40. Die Radsätze 30-36, 38, 40 sind jeweils mittels nichtsynchronisierter Schaltkupplungen KK1, KK2, KK3 und KK4 mit der zentralen Welle 20 des Stufengetriebes 14 und somit mit der Ausgangswelle 25 koppelbar.

Der Radsatz 26 ist direkt benachbart zu der Hohlwelle 24 zugeordneten Hauptkupplung K1 angeordnet, so daß die Hohlwelle 24 vergleichsweise kurz ausgebildet sein kann.

Auf den Radsatz 26 folgen in Abtriebsrichtung des Stufengetriebes 14 der Radsatz 38 für den sechsten Gang, der Radsatz 36 für den vierten Gang, der Radsatz 34 für den dritten Gang, der Radsatz 32 für den zweiten Gang, der Radsatz 30 für den ersten Gang und schließlich der Radsatz 40 für den Rückwärtsgang des Stufengetriebes 14. Bei diesem mit sechs Gängen ausgestatteten Stufengetriebe 14 ist der fünfte Gang als direkter Gang mit einem Übersetzungsverhältnis von  $i_5 = 1$  ausgebildet und mittels der Hauptkupplung K2 direkt auf die Ausgangswelle 25 des Stufengetriebes 14 zu legen.

Der Radsatz 26 umfaßt ein mit der Hohlwelle 24 drehfest verbundenes Festrad 42 und ein mit der Vorgelegewelle 28 drehfest verbundenes Festrad 44. Der Radsatz 30 für den ersten Gang umfaßt ein drehfest an der Vorgelegewelle 28 festgelegtes Festrad 46 und ein an der zentralen Welle 20 drehbar gelagertes Losrad 48. Die Radsätze 32, 34, 36, 38, 40 umfassen jeweils entsprechend Festräder 50, 54, 58, 66, 70, die drehfest mit der Vorgelegewelle 28 verbunden sind, und Losräder 52, 56, 60, 68, 72, die drehbar an der zentralen Welle 20 gelagert sind.

Die Klauenkupplung KK1 ist zwischen den Radsätzen 30 und 40 an der zentralen Welle 20 angeordnet und dient dazu, das Losrad 72 des Rückwärtsganges mit der zentralen Welle 20 zu verbinden oder von dieser zu trennen. Die Klauenkupplung KK2 ist zwischen den Radsätzen 30 und 32 angeordnet und ist mit den Losrädern 48 und 52 koppelbar, um die Gänge 1 und 2 ein- und auslegen zu können. Die Klauenkupplung KK3 ist zwischen den Radsätzen 34 und 36 angeordnet und ist mit den Losrädern 56, 60 koppelbar, um die Gänge 3 und 4 ein- und auslegen zu können. Die Klauenkupplung KK4 ist zwischen den Radsätzen 38 und 26 angeordnet und ist mit dem Losrad 68 koppelbar, um den sechsten Gang ein- und auslegen zu können.

Der Antriebsstrang 10 ist geeignet zum Einbau in Fahrzeugen mit Standardantrieb, d. h. Motor vorne, Antriebsachse hinten.

Ein entsprechender Antriebsstrang 10a für den Quereinbau in einem frontgetriebenen Fahrzeug ist in Fig. 2 gezeigt.

Bei diesem Antriebsstrang 10a erstreckt sich eine mit der Hauptkupplung K1 verbundene Hohlwelle 24a durch nahezu das gesamte Stufengetriebe 14a. An der Hohlwelle 24a sind Festräder 46a, 50a, 54a, 58a, 66a und 70a der Radsätze 30a bis 36a, 38a, 40a drehfest angeordnet. Die entsprechenden Losräder 48a, 52a, 56a, 60a, 68a, 72a sind drehbar an einer Vorgelegewelle 28a angeordnet. Die Reihenfolge der Radsätze ist ausgehend von der Trennkupplungsanordnung 12: 40a, 30a, 32a, 34a, 36a, 38a. Klauenkupplungen KK1 bis KK4 sind entsprechend angeordnet wie bei dem Antriebsstrang 10 der Fig. 1. Durch die Hohlwelle 24a erstreckt sich eine mit der Hauptkupplung K2 verbundene zentrale Getriebewelle 20a. Ein Radsatz 37a für den fünften Gang umfaßt ein Festrad 42a, das drehfest an der zentralen Welle 20a angeordnet ist, und zwar hinter dem Radsatz 38a für den sechsten Gang. Der Radsatz 37a umfaßt ein zweites Festrad 44a, das drehfest an der Vorgelegewelle 28a angeordnet ist. Der Radsatz 37a ist somit als Konstante ausgebildet.

An dem dem Festrad 44a gegenüberliegenden Ende der Vorgelegewelle 28a ist ferner ein Abtriebszahnrad 76 drehfest angeordnet. Das Abtriebszahnrad 76 ist mit einem Differential 78 gekoppelt, das herkömmlicher Bauart sein kann und die Kraft auf eine linke und eine rechte Abtriebswelle 25l, 25r abgibt, die beispielsweise mit dem linken bzw. dem rechten Vorderrad des Kraftfahrzeuges verbindbar sind.

Die Funktionsweise des Antriebsstranges 10a ist identisch zu jener des Antriebsstranges 10.

Ein weiterer alternativer Antriebsstrang 10b ist in Fig. 3 gezeigt. Der Antriebsstrang 10b umfaßt die Trennkupplungsanordnung 12 und ein Stufengetriebe 14b. Das Stufengetriebe 14b ist vom Aufbau her ähnlich dem Antriebsstrang 10 der Fig. 1, benötigt im Gegensatz zu diesem jedoch nur drei Schaltkupplungen, nämlich zwei Klauenkupplungen KK1 und KK2 und eine synchronisierte Schaltkupplung SK1.

Bei dieser Ausführungsform ist der 4. Gang als der direkte Gang mit einem Übersetzungsverhältnis  $i_4 = 1$  ausgebildet. Entsprechend ist der 4. Gang direkt über die Hauptkupplung K2, eine damit verbundene zentrale Getriebewelle 20b mit einer einstückig hiermit ausgebildeten Getriebeausgangswelle 25b verbindbar. Die Hauptkupplung K1 ist mit einer kurzen Hohlwelle 24b verbunden. An der Hohlwelle 24b ist ein Festrad 42b eines Radsatzes 26b drehfest angeordnet. Der Radsatz 26b ist als Konstante ausgebildet und umfaßt ein weiteres Festrad 44b, das an einer Vorgelegewelle 28b angeordnet ist. Ausgehend von dem Radsatz 26b folgen in Abtriebsrichtung die Radsätze 38b, 37b, 34b, 32b, 30b und 40b für die Gänge 6, 5, 3, 2, 1, R. Die Losräder dieser Radsätze sind jeweils an der zentralen Getriebewelle 20b drehbar gelagert. Entsprechend sind die Festräder an der Vorgelegewelle 28b festgelegt.

Die Klauenkupplung KK1 ist zwischen den Radsätzen 40b und 30b angeordnet und ist mit den Losrädern 48b oder 72b für den ersten bzw. den Rückwärtsgang verbindbar. Die Klauenkupplung KK2 ist zwischen den Radsätzen 32b und 34b angeordnet und ist mit den Losrädern 52b, 56b für den zweiten bzw. den dritten Gang verbindbar. Die synchronisierte Schaltkupplung SK1 ist zwischen den Radsätzen 37b und 38b angeordnet und ist mit den Losrädern 64b bzw. 68b für den fünften bzw. den sechsten Gang verbindbar.

Das Stufengetriebe 14b baut somit insgesamt kürzer als das Stufengetriebe 14, das in Fig. 1 gezeigt ist.

In Fig. 4 ist ein weiterer Antriebsstrang 10c gezeigt, dessen Funktionsweise der des Antriebsstranges 10b entspricht, jedoch analog zu dem Antriebsstrang 10a der Fig. 2 für den Quereinbau in frontgetriebenen Kraftfahrzeugen ausgelegt

ist.

Bei dem Antriebsstrang 10c ist die zweite Hauptkupplung K2 über eine kurze Hohlwelle 24c mit einem Radsatz 36c für den vierten Gang verbunden.

Hinter dem Radsatz 36c sind in dieser Reihenfolge angeordnet die Radsätze 38c, 37c, 34c, 32c, 30c und 40c für die Gänge 6, 5, 3, 2, 1 bzw. R.

Der Radsatz 36c ist als Konstante ausgebildet. Die Losräder 48c, 52c, 56c und 72c der Gänge 1-3, R sind an der Vorgelegewelle 28c drehbar gelagert. Die Losräder 64c, 68c für den fünften und den sechsten Gang sind drehbar an der zentralen Welle 20c gelagert. Entsprechend sind die Festräder 46c, 50c, 54c, 70c drehfest an der zentralen Welle 20c angeordnet, die Festräder 62c, 66c hingegen an der Vorgelegewelle 28c. Die Vorgelegewelle 28c trägt ferner in Nachbarschaft zu dem Festrad 44c des Radsatzes 36c ein Abtriebszahnrad 76c, das wie das Zahnrad 76 des Getriebes 10a mit einem nicht näher dargestellten Differential (wie in Fig. 2) gekoppelt sein kann, wie es schematisch bei 25c angedeutet ist.

Die Klauenkupplungen KK1 und KK2 sind an der Vorgelegewelle zwischen den Radsätzen 30c, 40c bzw. 32c, 34c angeordnet. Die Klauenkupplung KK1 ist mit den Losrädern 48c, 72c verbindbar, um den ersten oder den Rückwärtsgang zu schalten. Die Klauenkupplung KK2 ist mit den Losrädern 52c, 56c verbindbar, um den zweiten oder den dritten Gang zu schalten.

Die synchronisierte Schaltkupplung SK1 ist zwischen den Radsätzen 37c, 38c an der zentralen Welle 20c angeordnet und mit den Losrädern 64c, 68c verbindbar, um die Gänge 5 oder 6 zu schalten.

Im Gegensatz zu der Ausführungsform der Fig. 2 baut der Antriebsstrang 10c aufgrund der nur drei Schaltkupplungen des Stufengetriebes 14c kürzer. Ferner ist die Hohlwelle 24c kürzer ausbildbar, da das einzige mit der Hohlwelle 24c verbundene Festrad 42c in direkter Nachbarschaft zu der zweiten Hauptkupplung K2 angeordnet ist.

Während der erste Kraftübertragungszweig 16, 16a bei den Ausführungsformen der Fig. 1 und 2 jeweils die Gänge 1, 2, 3, 4, 6, R umfaßt und der zweite Kraftübertragungszweig 18, 18a den fünften Gang, sind bei den Antriebssträngen 10b, 10c in dem ersten Kraftübertragungszweig 16b, 16c jeweils die Gänge 1, 2, 3, 5, 6, R enthalten, der vierte Gang wird über den zweiten Kraftübertragungszweig 18b bzw. 18c übertragen.

Die oben diskutierten Antriebsstränge 10, 10a, 10b, 10c umfassen jeweils - abgesehen von der Hohlwelle 24 - zwei parallele Wellen, nämlich eine zentrale Getriebewelle 20 und eine Vorgelegewelle 28. Im folgenden werden drei weitere Ausführungsformen beschrieben, bei denen neben einer zentralen Welle zwei weitere parallele Wellen vorgesehen sind.

So ist eine fünfte Ausführungsform der Erfindung in Fig. 5 generell mit 10d bezeichnet.

Der Antriebsstrang 10d umfaßt eine Trennkupplungsanordnung 12, die identisch aufgebaut sein kann wie bei den vorherigen Ausführungsformen, und ein Stufengetriebe 14d.

Eine Hohlwelle 24d des Stufengetriebes 14d ist mit der zweiten Hauptkupplung K2 verbunden. An der Hohlwelle 24d ist ein Festrad 42d (= 58d, 66d) für die Gänge 4 und 6 festgelegt, das in direkter Nachbarschaft zu der zweiten Hauptkupplung K2 angeordnet ist. Durch die Hohlwelle 24d erstreckt sich die zentrale Welle 20d. An ihr sind in dieser Reihenfolge hinter dem Festrad 42d angeordnet: ein weiteres Festrad 54d (= 62d) für die Gänge 3 und 5, ein Festrad 50d für den zweiten Gang und ein Festrad 46d (= 70d) für die Gänge 1 und R.

Parallel zu der zentralen Welle 20d umfaßt das Stufengetriebe 14d zwei Vorgelegewellen 28d' und 28d". An der Vorgelegewelle 28d' sind angeordnet: ein Losrad 68d eines Radsatzes 38d für den sechsten Gang, ein Losrad 64d eines Radsatzes 37d für den fünften Gang, ein Losrad 52d eines Radsatzes 32d für den zweiten Gang und ein Losrad 48d eines Radsatzes 30d für den ersten Gang. Die Losräder 68d, 64d, 52d, 48d kämmen mit den entsprechenden Festrädern 66d (= 42d), 62d (= 54d), 50d, 46d (= 70d).

Zur Verbindung mit den Losrädern 52d und 48d ist eine Klauenkupplung KK1 an der ersten Vorgelegewelle 28d' angeordnet. An der Vorgelegewelle 28d" ist ferner eine synchronisierte Schaltkupplung SK2 angeordnet, die die Losräder 68d, 64d mit der Vorgelegewelle 28d' verbinden kann.

An der zweiten Vorgelegewelle 28d" sind angeordnet: ein Losrad 60d eines Radsatzes 36d für den vierten Gang, ein Losrad 56d eines Radsatzes 34d für den dritten Gang und ein Losrad 72d eines Radsatzes 40d für den Rückwärtsgang. Die Losräder 60d, 56d, 72d kämmen mit den jeweiligen an der zentralen Welle 20d angeordneten Festrädern 58d (= 42d), 54d (= 62d), 70d (= 46d), mit letzterem jedoch über ein nicht dargestelltes Zwischenrad zur Drehrichtungsumkehr.

An der zweiten Vorgelegewelle 28d" ist ferner eine Klauenkupplung KK2 angeordnet, die die Losräder 72d oder 56d mit der Vorgelegewelle 28d' verbinden kann. Ferner kann eine synchronisierte Schaltkupplung SK1 das Losrad 60d mit der Vorgelegewelle 28d" verbinden oder hiervon trennen.

An den Vorgelegewellen 28d', 28d" sind ferner jeweils ein Abtriebszahnrad 76d' bzw. 76d" vorgesehen. Da es sich bei der Darstellung der Fig. 5 um eine schematische, abgewinkelte Darstellung handelt, können beide Abtriebszahnräder 76d' bzw. 76d" mit einem Zahnkranz eines Differentials (wie in Fig. 2) kämmen, wie es schematisch bei 25d angedeutet ist.

Ein erster Kraftübertragungszweig 16d umfaßt die Gänge 1, 2, 3, 5, R. Ein zweiter Kraftübertragungszweig umfaßt die Gänge 4, 6.

Der Antriebsstrang 10d ist insbesondere zum Einbau in Querrichtung in frontgetriebenen Fahrzeugen geeignet. Der Antriebsstrang baut aufgrund des dreiwelligen Stufengetriebes 14d außerordentlich kurz.

Eine alternative Ausführungsform eines Antriebsstranges 10e mit einem dreiwelligen Stufengetriebe 14e ist in Fig. 6 dargestellt. Der Antriebsstrang 10e umfaßt eine Trennkupplungsanordnung 12 mit zwei Hauptkupplungen K1, K2.

Die zweite Hauptkupplung K2 ist über eine Hohlwelle 24e mit einem Festrad 42e (= 54e, 62e) für die Gänge 3 und 5 verbunden. Eine sich durch die Hohlwelle 24e erstreckende zentrale Welle 20e trägt in dieser Reihenfolge hinter dem Festrad 42e ein Festrad 58e (= 66e) für die Gänge 4 und 6, ein Festrad 50e und ein Festrad 46e (= 70e) für die Gänge 1 und R.

An einer ersten Vorgelegewelle 28e' sind vorgesehen: Losräder 64e, 68e, 52e, 48e für die Gänge 5, 6, 2 bzw. 1, die mit den jeweiligen Festrädern 62e, 66e, 50e bzw. 46e kämmen. Zwischen den Losrädern 48e und 52e ist an der ersten Vorgelegewelle 28e' eine Klauenkupplung KK1 angeordnet, um zum Schalten des ersten oder des zweiten Ganges die entsprechenden Losräder 48e, 52e mit der Vorgelegewelle 28e' zu verbinden. Zwischen den Losrädern 64e und 68e ist eine synchronisierte Schaltkupplung SK3 angeordnet, zum Schalten der Gänge 5 oder 6.

An der zweiten Vorgelegewelle 28e" sind angeordnet: Losräder 56e, 60e, 72e für die Gänge 3, 4 bzw. R, die mit den Festrädern 54e, 58e, bzw. über nicht näher bezeichnetes Zwischenrad zur Drehrichtungsumkehr mit dem Festrad 70e

kämmen.

Dem Losrad 56e ist eine synchronisierte Schaltkupplung SK1 zum Verbinden mit oder Lösen von der zweiten Vorgelegewelle 28e" zugeordnet. Zwischen den Losrädern 60e und 72e ist eine synchronisierte Schaltkupplung SK2 angeordnet. Die Schaltkupplung SK2 dient zum Verbinden entweder des Losrades 60e oder des Losrades 72e mit der zweiten Vorgelegewelle 28e" oder zum Trennen von dieser. Zum Losrad 72e hin ist die Schaltkupplung SK2 als reine Klauenkupplung ausgebildet. Zur Drehzahlgleichung mit dem Losrad 60e des Radsatzes 36e für den vierten Gang ist die Schaltkupplung SK2 mit einer Synchroneinheit ausgestattet.

Wie bei der Ausführungsform der Fig. 5 sind an den Vorgelegewellen 28e" und 28e" jeweils ein Abtriebszahnrad 76e' bzw. 76e" vorgesehen.

Bei dem Antriebsstrang 10e sind dem ersten Kraftübertragungszweig 16 die Gänge 1, 2, 4, 6, R zugeordnet. Die Gänge 3 und 5 sind dem zweiten Kraftübertragungszweig 18e zugeordnet.

Aufgrund der jeweils zwei Vorgelegewellen teilen sich die Kraftübertragungszweige 16 und 18 bei den zwei Ausführungsformen 10d, 10e jeweils auf zwei erste Kraftübertragungszweige 16d', 16d" (bzw. 16e', 16e") und zwei zweite Kraftübertragungszweige 18d', 18d" (bzw. 18e', 18e") auf.

Eine siebte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Antriebsstranges ist in Fig. 7 generell bei 10f gezeigt. Der Antriebsstrang 10f umfaßt eine Trennkupplungsanordnung 12, die der der vorherigen Ausführungsformen entspricht sowie ein Stufengetriebe 14f. Das Stufengetriebe 14f ist ähnlich wie die Ausführungsformen der Fig. 5 und 6 – mit drei Wellen ausgestattet, von denen jedoch nur eine als Abtriebswelle ausgebildet ist.

Eine Hohlwelle 24f ist mit der zweiten Hauptkupplung K2 verbunden sowie mit einem Festrad 42f eines Radsatzes 36f für den vierten Gang. Durch die Hohlwelle 24f erstreckt sich eine zentrale Getriebewelle 20f, die hinter dem Festrad 42f die folgenden Räder trägt: ein Festrad 46f (= 70f) für den ersten und den Rückwärtsgang, ein Festrad 50f für den zweiten Gang, ein Festrad 54f für den dritten Gang, ein Losrad 64f für den fünften Gang und ein Losrad 68f für den sechsten Gang.

An einer zur zentralen Welle 20f parallelen Zwischenwelle 78, über die kein Abtriebsmoment abgegeben wird, sind gelagert: ein Losrad 48f des Radsatzes 30f für den ersten Gang, ein Losrad 52f des Radsatzes 32f für den zweiten Gang sowie ein Übergabezahnrad 79, das mit dem Losrad 64f kämmt, das an der zentralen Welle 20f gelagert ist.

Zwischen den Losrädern 48f, 52f ist eine Klauenkupplung KK1 angeordnet, zum Verbinden dieser Losräder mit der Zwischenwelle 78.

Das Übergabezahnrad 79 dient dazu, ein von den Radsätzen 30f oder 32f auf die Zwischenwelle 78 übergebenes Drehmoment mittels des Radsatzes 37f des fünften Ganges auf eine Vorgelegewelle 28f zu übergeben, die ein Abtriebszahnrad 76f aufweist, das mit einem Differential (wie in Fig. 2) gekoppelt sein kann, wie es schematisch bei 25f angedeutet ist.

An der Vorgelegewelle 28f sind angeordnet: ein Festrad 60f des Radsatzes 36f für den vierten Gang, ein Losrad 72f des Radsatzes 40f für den Rückwärtsgang, ein Losrad 56f des Radsatzes 34f für den dritten Gang, ein Festrad 62f des Radsatzes 37f für den fünften Gang und ein Festrad 66f des Radsatzes 38f für den sechsten Gang.

Zwischen den Losrädern 56f, 72f ist an der Vorgelegewelle 28f eine Klauenkupplung KK2 angeordnet, zum Schalten der Gänge 3 oder 5. Zwischen den Losrädern 64f und 68f ist an der zentralen Welle 20f eine synchronisierte Schaltkupplung SK1 angeordnet, zum Schalten der Gänge 5

oder 6.

Ein erster Kraftübertragungszweig 16f umfaßt die Gänge 1–3, 5, 6, R. Ein zweiter Kraftübertragungszweig 18f umfaßt den 4. Gang.

Den Ausführungsformen von Kraftfahrzeug-Antriebssträngen 10 der Fig. 1–7 ist gemeinsam, daß sie über eine Trennkupplungsanordnung 12 mit zwei parallelen Hauptkupplungen K1, K2 verfügen, die unabhängig voneinander zwei parallele Kraftübertragungszweige 16, 18 mit einer Motorabtriebswelle 22 verbinden können. Insoweit entsprechen die Antriebsstränge 10 einem "echten" Doppelkupplungsgetriebe. Im Gegensatz zu solchen herkömmlichen Doppelkupplungsgetrieben ist bei den Antriebssträngen 10 dem zweiten Kraftübertragungszweig, der mit der Hauptkupplung K2 verbunden ist, jeweils nur ein Gang oder zwei Gänge zugeordnet. Die dem zweiten Kraftübertragungszweig 18 zugeordneten Gänge bzw. der dem zweiten Kraftübertragungszweig 18 zugeordnete Gang sind ausgewählt aus der Gruppe von Gängen 2 – N-1, also ohne den höchsten Gang (in allen Ausführungsformen hier der sechste Gang).

In den Fig. 1a–7a sind jeweils die Zustandstabellen der Kupplungen der Antriebsstränge 10–10f der Fig. 1–7 dargestellt. In diesen Tabellen bedeutet in den Spalten K1, K2 ein X, daß die jeweilige Hauptkupplung geschlossen ist. In Bezug auf die Schaltkupplungen KK, SK ist jeweils durch Angabe der Ziffer angezeigt, welcher Gang gerade geschaltet ist. In den Zeilen dieser Tabellen sind nicht nur die jeweiligen Gänge R, 1–6 gezeigt, sondern auch die jeweiligen Gangwechsel, also 1–2, 2–3, etc. In Bezug auf die Hauptkupplungen K1, K2 versteht sich, daß in den Tabellen zwar angezeigt ist, daß jeweils entweder nur die Hauptkupplung K1 oder die Hauptkupplung K2 geschaltet ist. In der Praxis können bei Gangwechseln diese zwei Hauptkupplungen natürlich vorteilhafterweise überschneidend geschaltet werden.

Generell ist den Tabellen sämtlich zu entnehmen, daß es drei unterschiedliche Arten von Gangwechseln gibt.

Bei einer ersten Art von Gangwechsel wird das Moment von einem Gang, der über eine der zwei Trennkupplungen geschaltet ist, auf einen anderen Gang übergeben, der über die andere der zwei Trennkupplungen geschaltet ist. Beispielsweise sei hierfür genannt in Fig. 1a der Gangwechsel 4–5. Im vierten Gang ist die Hauptkupplung K1 geschlossen, das Drehmoment wird über den ersten Kraftübertragungszweig 16 mittels des Radsatzes 36 auf die Ausgangswelle 25 übertragen. Hierzu ist die Klauenkupplung KK3 mit dem Losrad 60 des Radsatzes 36 für den vierten Gang verbunden, was in Fig. 1a ebenfalls gezeigt ist.

Im fünften Gang hingegen ist die Hauptkupplung K1 geöffnet und allein die zweite Hauptkupplung K2 geschlossen, so daß die Motorabtriebswelle 22 direkt mit der zentralen Welle 20 des Getriebes und somit mit der Ausgangswelle 25 des Getriebes verbunden ist. Bei dieser ersten Art von Gangwechsel, die systematisch in Fig. 8 dargestellt ist, wird in zeitlicher Überschneidung das Motormoment  $M_M$  von einem der zwei Kraftübertragungszweige (in Fig. 8: 16) auf den anderen Kraftübertragungszweig (in Fig. 8: 18) übergeben. Die zwei Trennkupplungen K1, K2 werden daher im Bereich zwischen  $t_1$  und  $t_2$  in zeitlicher Überschneidung so angesteuert, daß sich die Momente jeweils addieren, so daß das Motormoment  $M_M$  unter Last vollkommen zugunternbrechungsfrei von einem Gang auf den nächsten Gang übergeben werden kann. Diese erste Art des Gangwechsels entspricht der eines herkömmlichen Doppelkupplungsgetriebes.

Eine zweite Art von Gangwechsel wird bei den Antriebssträngen 10 der Fig. 1 bis 7 auf folgende Art und Weise erzielt. Diesbezüglich wird auf Fig. 9 Bezug genommen.



Bei dieser zweiten Art von Gangwechsel (z. B. in Fig. 1a ein Gangwechsel vom ersten in den zweiten Gang) sind die beiden involvierten Gänge einem der beiden Kraftübertragungszweige zugeordnet (hier: 16). Damit muß zwangsläufig bei einem Schaltvorgang in dem betroffenen Kraftübertragungszweig 16 eine Zugkraftunterbrechung auftreten. In Fig. 1a ist sowohl beim ersten Gang als auch beim zweiten Gang jeweils die erste Trennkupplung K1 geschlossen. Um in dem Verlauf des Schaltvorganges von 1 nach 2 einen Zugkrafteinbruch zu vermeiden, wird – ebenfalls in zeitlicher Überschneidung – mit dem Auslegen des ersten Ganges die zweite Hauptkupplung K2 geschlossen. Hierbei wird das an der Welle 22 anstehende Moment auf die Abtriebswelle 25 übertragen. In Fig. 9 erfolgt also das Öffnen der Hauptkupplung K1 und das Schließen der Hauptkupplung K2 in zeitlicher Überschneidung in einem Bereich zwischen  $t_1$  und  $t_2$ . Zwischen  $t_2$  und  $t_3$  überträgt allein die Hauptkupplung K2 Motormoment  $M_M$  auf die Abtriebswelle 25. Im Zeitraum zwischen  $t_3$  und  $t_4$  erfolgt wiederum in zeitlicher Überschneidung das Öffnen der Hauptkupplung K2 und das Schließen der Hauptkupplung K1.

Aufgrund der Parallelität der Hauptkupplungen K1, K2 und der Kraftübertragungszweige 16, 18 kann jedoch nicht nur ein Zugkrafteinbruch während den Schaltvorgängen vermieden werden; durch geeignete Ansteuerung der zwei Hauptkupplungen K1, K2 – und gegebenenfalls des Drehmomentes bzw. der Drehzahl des Motors – kann bei den gezeigten Antriebssträngen überwiegend auf spezielle Synchronseinheiten für die Schaltkupplungen verzichtet werden.

Bei den Antriebssträngen 10, 10a ist es so, daß die Gangwechsel 4–5 und 5–6 nach der ersten Art ausgeführt werden, alle anderen Gangwechsel an der zweiten Art. Daher können sämtliche Schaltkupplungen als Klauenkupplungen KK1–KK4 ausgeführt werden.

Bei den Ausführungsformen 10b und 10c ist es so, daß diese im Vergleich zwischen den Ausführungsformen 10, 10a etwas kürzer bauen; jedoch ist bei diesen Antriebssträngen der direkte Gang der vierte Gang und somit der einzige dem zweiten Kraftübertragungszweig 18 zugeordnete Gang. Daher können nur die Gangwechsel 3–4 und 4–5 gemäß der ersten Art und die Gangwechsel 1–2, 2–3 gemäß der zweiten Art ausgeführt werden. Der Gangwechsel 5–6 muß jedoch mit Zugkraftunterbrechung erfolgen. Es hat sich jedoch gezeigt, daß dies subjektiv für den Fahrer nahezu ohne Nachteil ist, da die absolute Momentendifferenz zwischen dem fünften und dem sechsten Gang relativ klein ist.

Hingegen erfolgen die Gangwechsel der zweiten Art immer mit einer Zugkraftüberbrückung mittels eines Momentes, das höher ist als das Moment im höchsten Gang, nämlich mittels einem der Gänge 3 – N-1.

In den Fig. 5 und 6 sind zwei Antriebsstränge 10d und 10e gezeigt, die jeweils drei Wellen aufweisen. Besonders bevorzugt ist die Ausführungsform der Fig. 6. Denn mit dieser lassen sich, wie sich Tabelle 6a entnehmen läßt, die Gangwechsel 2–3, 3–4 und 4–5 nach der ersten Art (Fig. 8) ausführen. Nur der Gangwechsel 1–2 erfolgt nach der zweiten Art (Fig. 9). Der Gangwechsel 5–6 erfolgt, obgleich hier eine Übergabe des Drehmomentes von dem Kraftübertragungszweig 18 auf den Kraftübertragungszweig 16 erfolgt, ohne Zugkraftüberbrückung, da die Schaltkupplung SK3 bei diesem Gangwechsel zunächst von dem Losrad 64e getrennt und dann mit dem Losrad 68e gekoppelt werden muß. Da bei den Ausführungsformen der Fig. 5 und 6 jeweils zwei Gänge über ein zentrales Festrad, das mit der Hohlwelle 24 gekoppelt ist, dem zweiten Kraftübertragungszweig 18 zugeordnet werden (in Fig. 5 die Gänge 4 und 6, in Fig. 6 die Gänge 3 und 5), müssen die jeweiligen Losräder (60d, 68d bzw. 56e, 64e) von ihren jeweiligen Vorgelegewellen 28

trennbar sein; zumindest dann, wenn die zwei Vorgelegewellen 28 auf dieselbe Abtriebswelle 25 wirken.

Die obigen Ausführungen in Bezug auf die Gangwechsel beziehen sich sämtlich auf Hochschaltungen im Zugbetrieb. Es versteht sich, daß bei einigen Gangwechseln auch Rückschaltungen im Zugbetrieb unter Last möglich sind, sowie Schubhoch- und Schubrückschaltungen.

#### Patentansprüche

##### 1. Automatisierbarer Kraftfahrzeug-Antriebsstrang (10), mit

– einem Stufengetriebe (14) mit einer Mehrzahl N von Gängen (1–6, R), das einen ersten und einen zweiten parallelen Kraftübertragungszweig (16, 18) aufweist,

– einer ersten und einer zweiten Hauptkupplung (K1, K2), die dem ersten bzw. dem zweiten Kraftübertragungszweig (16, 18) zugeordnet sind, und

– Steuermitteln (15), die die Hauptkupplungen (K1, K2) und das Stufengetriebe (14) bei einer ersten Art von Gangwechsel derart ansteuern, daß das auf eine Abtriebswelle (25) zu übertragende Drehmoment ( $M_{ab}$ ) unter Last von einem der zwei Kraftübertragungszweige (z. B. 16) vollständig auf den anderen Kraftübertragungszweig (z. B. 18) übergeben wird,

**dadurch gekennzeichnet, daß**

dem zweiten Kraftübertragungszweig (18) einer oder mehrere der Gänge 2 bis N-1 des N-Gang-Stufengetriebes (14) zugeordnet sind, wobei die Steuermittel (15) die Hauptkupplungen (K1, K2) und das Stufengetriebe (14) bei einer zweiten Art von Gangwechsel ferner derart ansteuern, daß das zu übertragende Drehmoment ( $M_{ab}$ ) von einem Gang des ersten Kraftübertragungszweiges (16) zu einem weiteren Gang des ersten Kraftübertragungszweiges (16) übergeben wird und daß für den Zeitraum ( $t_3$ – $t_2$ ) einer Zugkraftunterbrechung in dem ersten Kraftübertragungszweig (16) der zweite Kraftübertragungszweig (18) ein Drehmoment ( $M_M$ ) auf die Abtriebswelle (25) überträgt.

2. Antriebsstrang nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer dritten Art von Gangwechsel das zu übertragende Drehmoment ( $M_{ab}$ ) von einem Gang (5) des ersten Kraftübertragungszweiges (16) zu einem weiteren Gang (6) desselben Kraftübertragungszweiges (16) übergeben wird und daß für den Zeitraum einer Zugkraftunterbrechung in dem ersten Kraftübertragungszweig (16) der andere Kraftübertragungszweig (18) kein Drehmoment auf die Abtriebswelle (25) überträgt.

3. Antriebsstrang nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß dem zweiten Kraftübertragungszweig (18) ein einziger Gang (5; 4) zugeordnet ist.

4. Antriebsstrang nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der einzige Gang der N-1. Gang (5) ist.

5. Antriebsstrang nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der einzige Gang der N-2. Gang (4) ist.

6. Antriebsstrang nach Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß dem zweiten Kraftübertragungszweig zwei Gänge (3, 5) zugeordnet sind.

7. Antriebsstrang nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß einer der zwei Gänge (3, 5) des zweiten Kraftübertragungszweiges (18) der N-1. Gang des N-Gang-Stufengetriebes ist.

8. Antriebsstrang nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die zwei Gänge (3, 5) des zweiten Kraftübertragungszweiges (18) nicht aufeinander fol-

gen.

9. Antriebsstrang nach einem der Ansprüche 1-8, dadurch gekennzeichnet, daß der Gang (4; 5) oder die Gänge (3, 5) des zweiten Kraftübertragungs-  
zweiges (18) einem Radsatz zugeordnet sind, der benachbart ist zu einer der Hauptkupplungen (K1, K2).

10. Antriebsstrang nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Stufengetriebe (14) zum Ein- und Auslegen von wenigstens einem der Gänge, die ein höheres Übersetzungsverhältnis besitzen als der niedrigste, dem zweiten Kraftübertragungs-  
zweig (18) zugeordnete Gang (5; 4; 3), eine nichtsyn-  
chronisierte formschlüssige Schaltkupplung (KK) aufweist.

11. Antriebsstrang nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die zwei Hauptkupplungen (K1, K2) benachbart zueinander angeordnet sind.

12. Verfahren zum Steuern eines Antriebsstranges (10) eines Kraftfahrzeuges, wobei der Antriebsstrang (10) aufweist:

- ein Stufengetriebe (14) mit einer Mehrzahl N von Vorwärtsgängen (1-6, R), das einen ersten und einen zweiten parallelen Kraftübertragungs-  
zweig (16, 18) umfasst, und
- eine erste und eine zweite Hauptkupplung (K1, K2), die dem ersten bzw. dem zweiten Kraftüber-  
tragungs-  
zweig (16, 18) zugeordnet sind,

wobei die Hauptkupplungen (K1, K2) und das Stufen-  
getriebe (14) bei einer ersten Art von Gangwechsel  
derart angesteuert werden, daß das auf eine Abtriebs-  
welle (25) zu übertragende Drehmoment ( $M_{ab}$ ) unter  
Last von einem der zwei Kraftübertragungs-  
zweige (z. B. 16) vollständig auf den anderen Kraftüber-  
tragungs-  
zweig (z. B. 18) übergeben wird, dadurch ge-  
kennzeichnet, daß

die Hauptkupplungen (K1, K2) und das Stufengetriebe (14) bei einer zweiten Art von Gangwechsel ferner der-  
art angesteuert werden, daß das zu übertragende Dreh-  
moment ( $M_{ab}$ ) von einem Gang des ersten Kraftüber-  
tragungs-  
zweiges (16) zu einem weiteren Gang des ersten  
Kraftübertragungs-  
zweiges (16) übergeben wird  
und daß für den Zeitraum ( $t_3-t_2$ ) einer Zugkraftunter-  
brechung in dem ersten Kraftübertragungs-  
zweig (16) der zweite Kraftübertragungs-  
zweig (18) mittels einem  
der Gänge 2 bis N-1 ein Drehmoment ( $M_M$ ) auf die Ab-  
triebswelle (25) überträgt.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß bei einer dritten Art von Gangwechsel  
das zu übertragende Drehmoment ( $M_{ab}$ ) von einem  
Gang (5) des ersten Kraftübertragungs-  
zweiges (16) zu  
einem weiteren Gang (6) desselben Kraftübertragungs-  
zweiges (16) übergeben wird und daß für den Zeitraum  
einer Zugkraftunterbrechung in dem ersten Kraftüber-  
tragungs-  
zweig (16) der andere Kraftübertragungs-  
zweig (18) kein Drehmoment auf die Abtriebswelle (25) überträgt.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch ge-  
kennzeichnet, daß bei der zweiten Art von Gangwech-  
sel (1-2, 2-3) beim Hochschalten im Zugbetrieb zu-  
nächst die erste Hauptkupplung (K1) geöffnet wird,  
während etwa gleichzeitig die zweite Hauptkupplung  
(K2) zur Drehmomentübernahme geschlossen wird,  
und daß nach dem Auslegen des bisherigen Ganges des  
ersten Kraftübertragungs-  
zweiges (16) die zweite  
Hauptkupplung (K2) solange und/oder soweit ge-  
schlossen bleibt, bis im ersten Kraftübertragungs-  
zweig (16) die Synchrondrehzahl des einzulegenden Ganges  
erreicht ist.

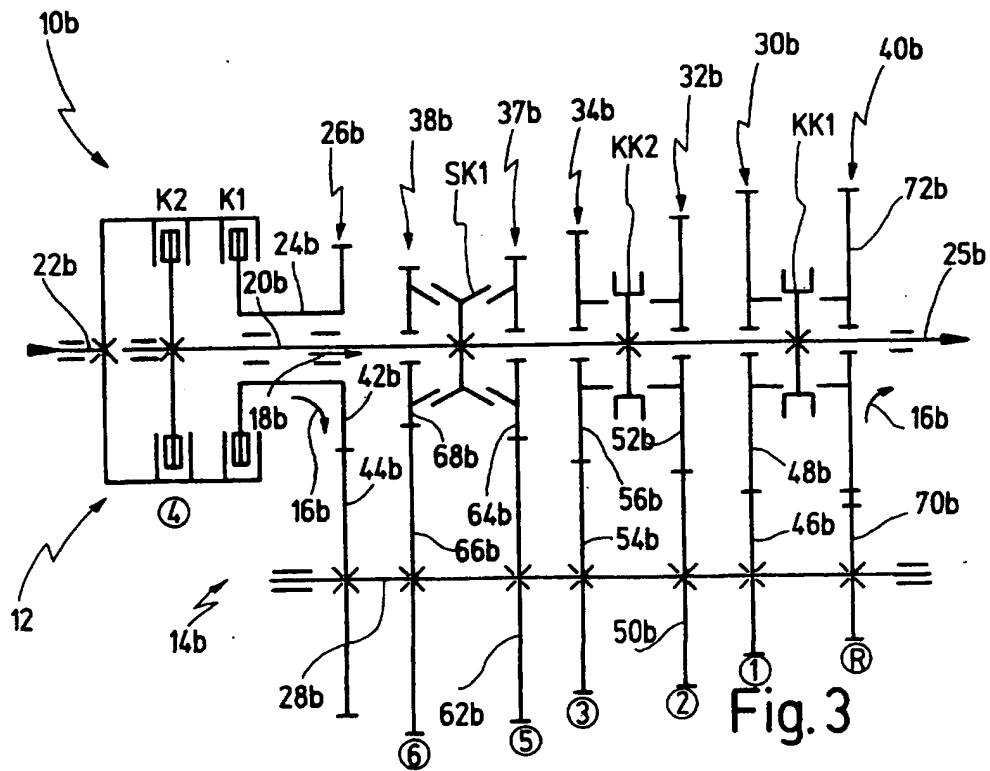
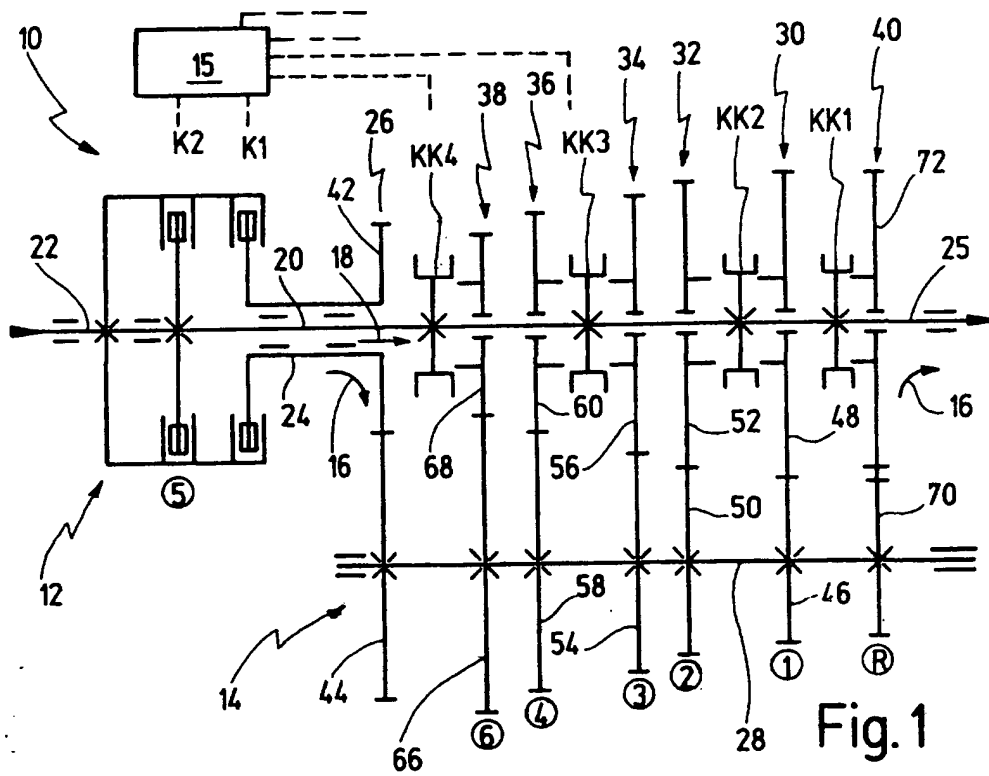
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß bei der zweiten Art von Gangwechsel (1-2, 2-3) beim Herunterschalten zu-  
nächst die erste Hauptkupplung (K1) geöffnet wird,  
während etwa gleichzeitig die zweite Hauptkupplung  
(K2) zur Drehmomentübernahme geschlossen wird,  
und daß nach dem Auslegen des bisherigen Ganges des  
ersten Kraftübertragungs-  
zweiges (16) zunächst die er-  
ste Hauptkupplung wieder geschlossen wird und die  
zweite Hauptkupplung (K2) solange und/oder soweit  
geschlossen bleibt, bis im ersten Kraftübertragungs-  
zweig (16) die Synchrondrehzahl des einzulegenden  
Ganges erreicht ist.

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -



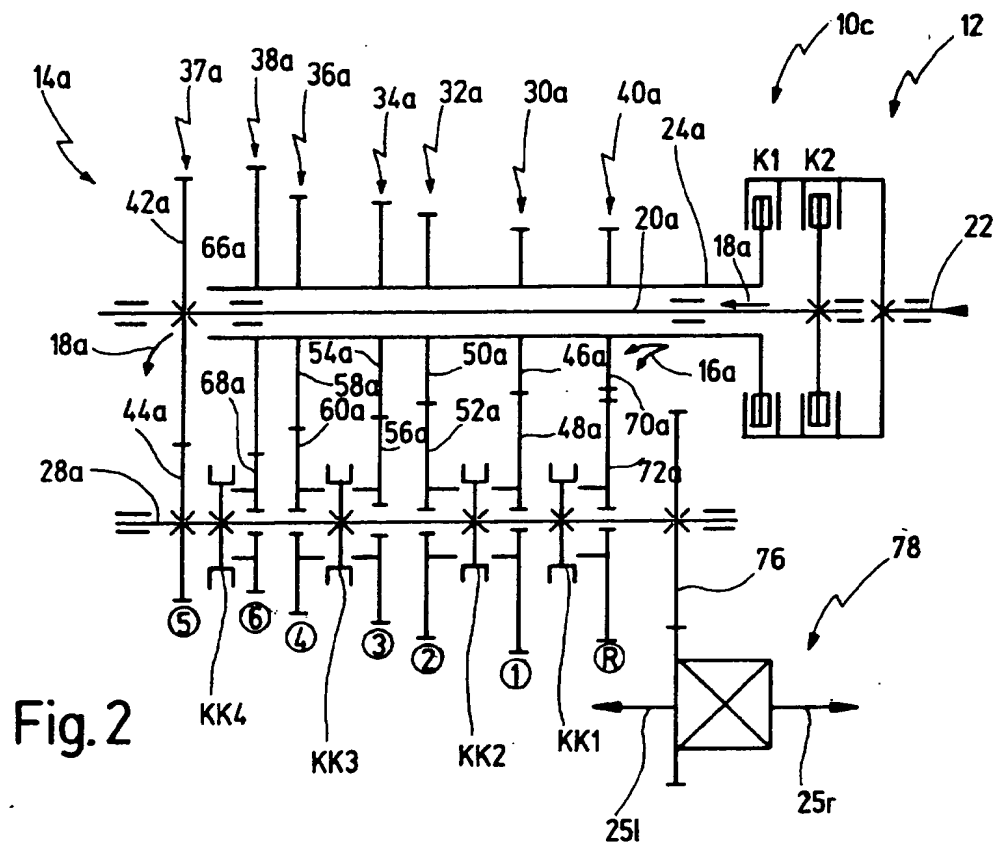


Fig. 2

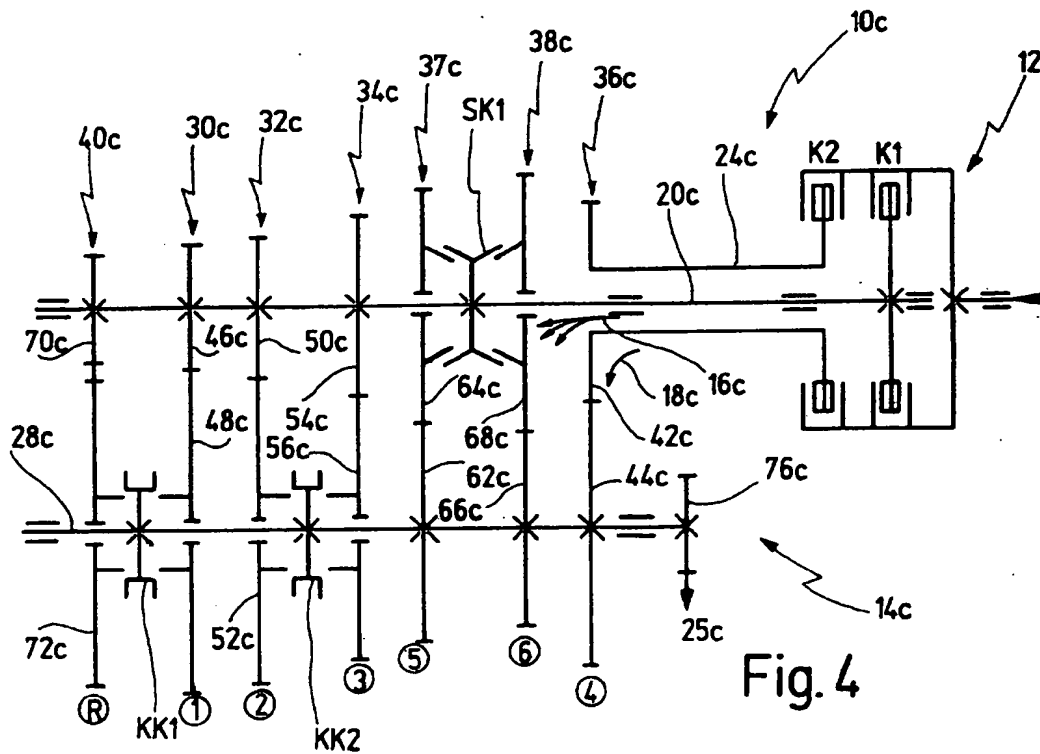


Fig. 4

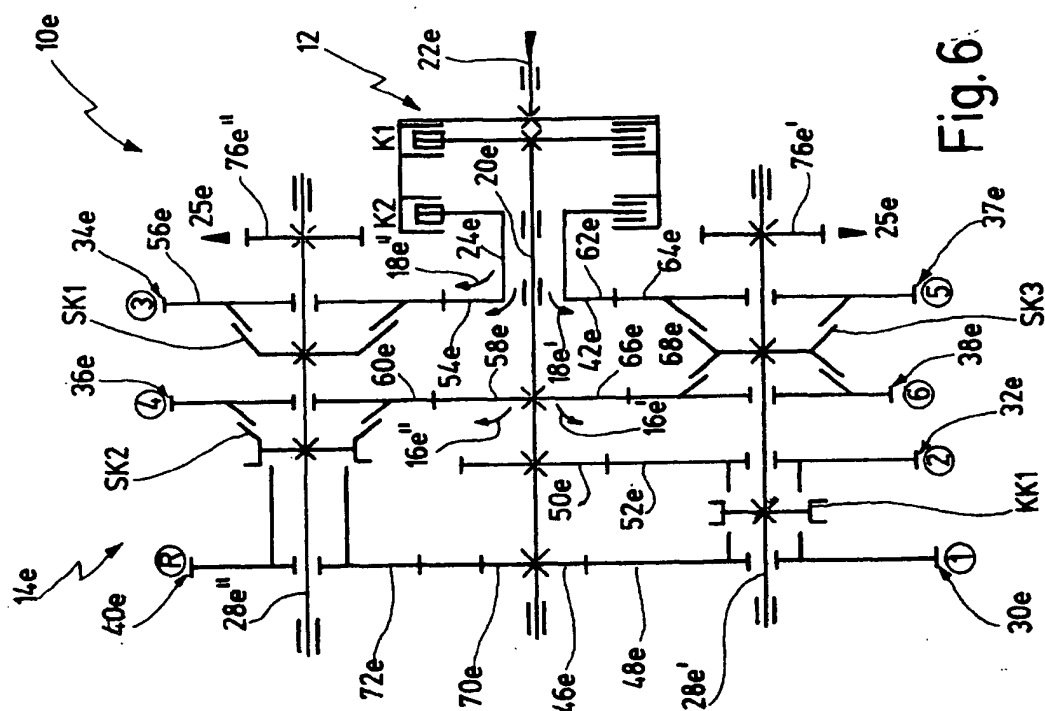


Fig. 6

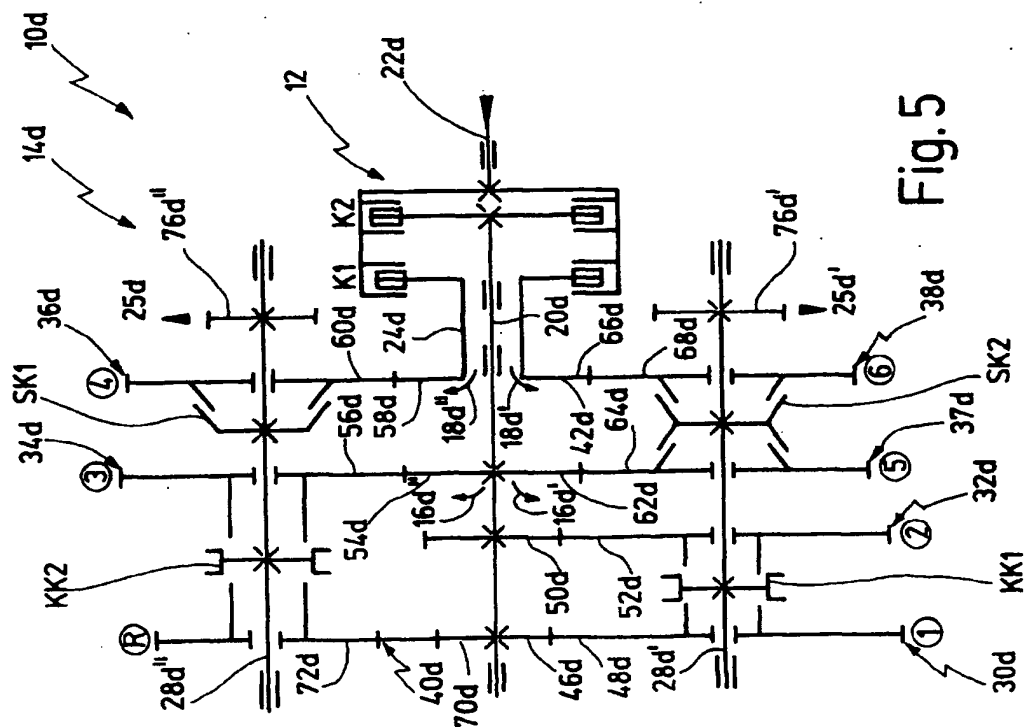


Fig. 5

Fig. 8

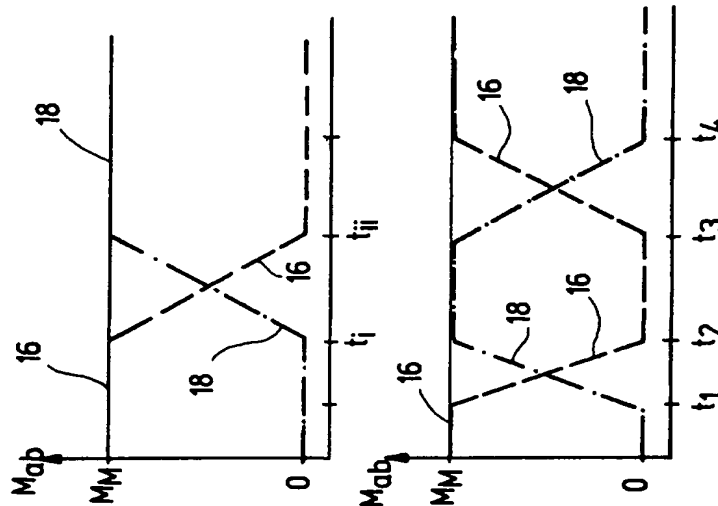


Fig. 9

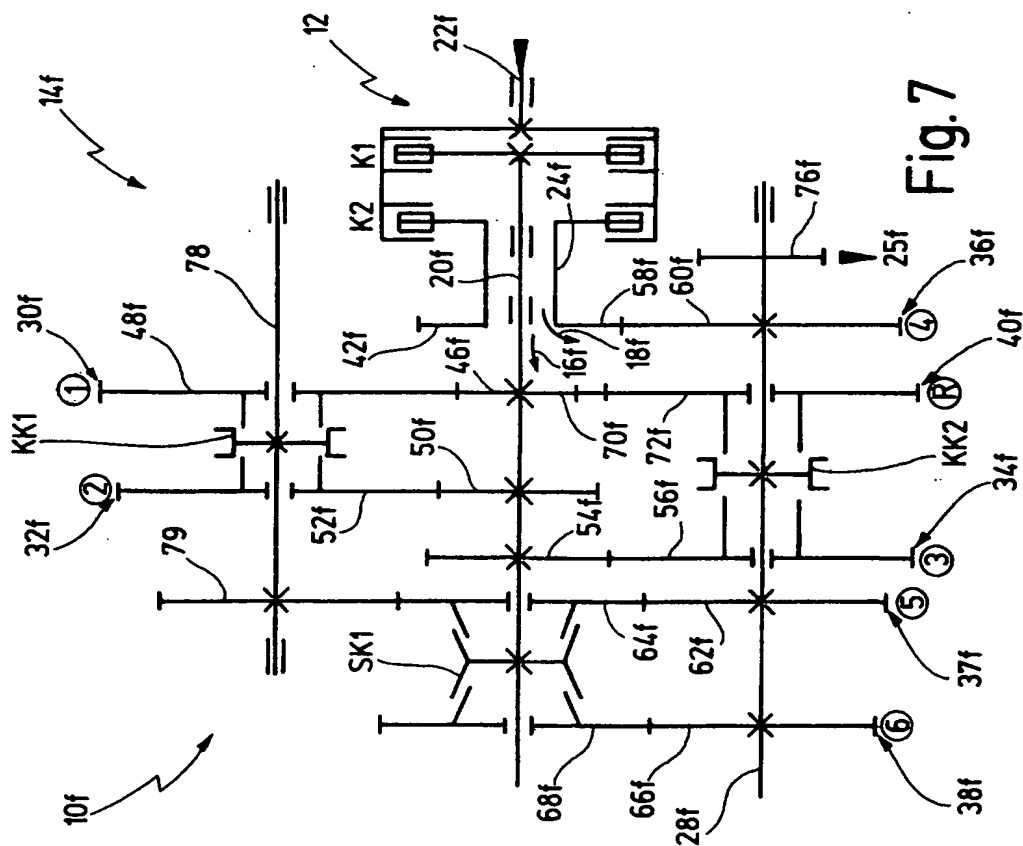


Fig. 7

Fig. 1a

	K1	K2	KK1	KK2	KK3	KK4
R	X		R			
1-R						
1	X			1		
1-2		X				
2	X			2		
2-3		X				
3	X				3	
3-4		X				
4	X				4	
4-5						
5		X				
5-6						
6	X					6

Fig. 2a

	K1	K2	KK1	KK2	KK3	KK4
R	X		R			
1-R						
1	X			1		
1-2		X				
2	X			2		
2-3		X				
3	X				3	
3-4		X				
4	X				4	
4-5						
5		X				
5-6						
6	X					6

Fig. 3a

	K1	K2	KK1	KK2	SK1
R	X		R		
1-R					
1	X		1		
1-2		X			
2	X			2	
2-3		X			
3	X			3	
3-4					
4		X			
4-5					
5	X				5
5-6					
6	X				6

Fig. 4a

	K1	K2	KK1	KK2	SK1
R	X		R		
1-R					
1	X		1		
1-2		X			
2	X			2	
2-3		X			
3	X			3	
3-4					
4		X			
4-5					
5	X				5
5-6					
6	X				6



Fig. 5a

	K1	K2	KK1	KK2	SK1	SK2
R	X			R		
1-R						
1	X		1			
1-2		X				
2	X		2			
2-3		X				
3	X			3		
3-4						
4		X			4	
4-5						
5	X					5
5-6						
6	X					6

Fig. 7a

	K1	K2	KK1	KK2	SK1
R	X			R	
1-R					
1	X		1		
1-2		X			
2	X		2		
2-3		X			
3	X			3	
3-4					
4		X			
4-5					
5	X				5
5-6					
6	X				6

Fig. 6a

	K1	K2	KK1	SK1	SK2	SK3
R	X				R	
1-R						
1	X		1	3		
1-2		X		3		
2	X		2	3		
2-3				3		
3		X		3		
3-4						
4	X				4	
4-5						
5		X				5
5-6						
6	X					6

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**